

LASER CVD APPARATUS AND THIN FILM FORMING METHOD

Publication number: JP8008197

Publication date: 1996-01-12

Inventor: MURAKAMI SHINGO

Applicant: NIPPON ELECTRIC CO

Classification:

- international: C23C16/48; H01L21/205; H01L21/268; H01L21/3205;
C23C16/48; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/205;
C23C16/48; H01L21/268

- european:

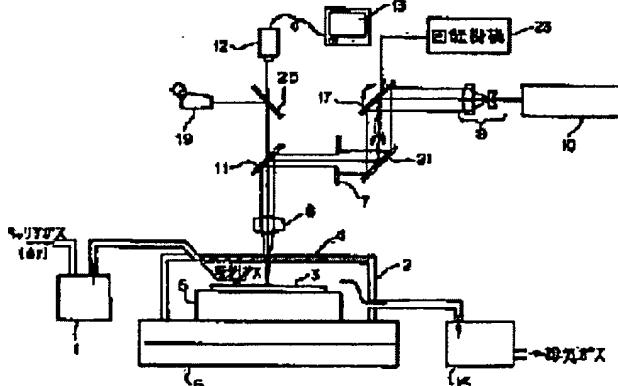
Application number: JP19940163140 19940622

Priority number(s): JP19940163140 19940622

[Report a data error here](#)

Abstract of JP8008197

PURPOSE: To flatten a thick film profile at the end part in the case of transferring the laser beam to the surface of a sample through an aperture to execute the patterning while relatively moving such laser beam for the sample. **CONSTITUTION:** In a laser CVD apparatus comprising an optical system where the laser beam having passed a slit 7 is reduction-transferred to the surface of a sample 3, a movable mirror 17 and a fixed mirror 21 are provided on a laser beam path between the slit 7 and laser 10. The movable mirror 17 is rotated freely by means of a rotating mechanism 23. In the case of obtaining a thick endpart of the CVD film by irradiating the end part of the patterning with the fixed laser spot, the movable mirror 17 is rotated to shift the optical axis of the laser to provide a level difference so that laser intensity on the end part side is enhanced. Thereby, formation of film at the end part is accelerated and the thick film provide is flattened.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(51) Int.Cl.⁶
 H 01 L 21/205
 C 23 C 16/48
 H 01 L 21/268

識別記号 庁内整理番号
 Z

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数4 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平6-163140
 (22)出願日 平成6年(1994)6月22日

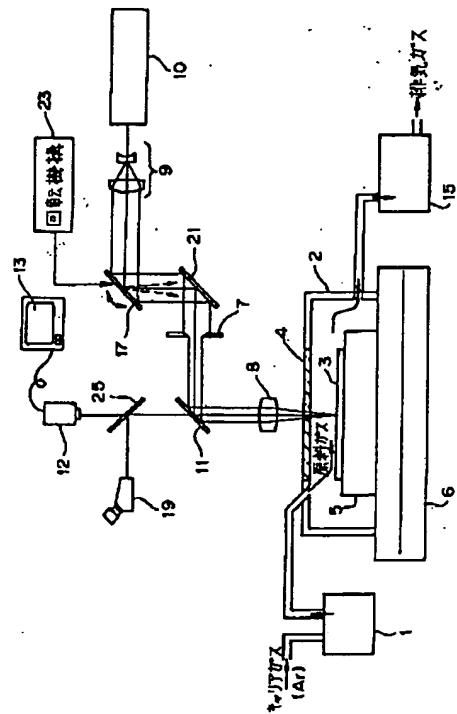
(71)出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (72)発明者 村上 進牛
 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内
 (74)代理人 弁理士 小橋川 洋二

(54)【発明の名称】 レーザCVD装置および薄膜形成方法

(57)【要約】

【目的】レーザCVD装置において、開口を通し試料表面にレーザ光を転写し、これを試料に対して相対的に移動させながらバターニングを行う場合に終端部の膜厚プロファイルを平坦化する。

【構成】スリット7を通過したレーザ光を、試料3表面に縮小転写する光学系を有するレーザCVD装置において、スリット7とレーザ10との間のレーザ光路上に、可動ミラー17および固定ミラー21を設けた。可動ミラー17は回転自在で回転機構23によって回転される。バターニングの終端部で、レーザスポットを固定させてレーザ照射し、CVD膜先端の膜厚を得る場合において、可動ミラー17を回転させてレーザ光軸をシフトさせ、先端側のレーザ強度が高くなるようにレベル差をつける。これによって、先端部の成膜を促進して、膜厚プロファイルを平坦化させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振器から射出されるレーザ光を、開口により整形し、反応ガス雰囲気中に置かれた試料表面に対物レンズにより集光して、反応ガスを反応させて金属または誘電体薄膜を形成するレーザCVD装置において、前記開口の中心に対して前記レーザ光の光軸中心をシフトさせるシフト機構を設けたことを特徴とするレーザCVD装置。

【請求項2】 前記シフト機構が、前記レーザ発振器と前記開口との間に設けられレーザ光軸をシフトさせる可動ミラーを有する請求項1に記載のレーザCVD装置。

【請求項3】 前記シフト機構が、前記レーザ発振器と前記開口との間に設けられ前記レーザ光を透過させるガラス板と、前記ガラス板をレーザ光の光路と直交する軸の周りに回転させる駆動手段とを有する請求項1記載のレーザCVD装置。

【請求項4】 レーザ発振器から射出されるレーザ光を、開口により整形し、反応ガス雰囲気中に置かれた試料表面に対物レンズにより集光し、開口を通して試料表面にレーザ光を転写し、試料をレーザ光に対して相対的に移動させながらレーザ照射し、パターニングの終端部でレーザスポットを静止させ、前記開口に対してレーザ光軸をシフトさせて、前記開口のCVD膜先端側のレーザ強度を高くしてCVD膜を形成することを特徴とする薄膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はレーザCVD装置に関し、特にレーザ光の照射分布を可変にして成膜状態を最適化できるレーザCVD装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 レーザを光源とするいわゆるレーザCVD技術および装置に関しては、従来より、(1)エキシマレーザ等、化合物気体を直接光解離することができる波長帯(主に紫外域)のレーザを使用し、このレーザを試料表面に対して平行に入射して、試料表面全域に均一な薄膜を形成することを目的とする技術、および(2)レーザ光を試料表面に垂直に入射し、レーザ光照射部分にのみ局的に薄膜を形成し、試料表面に薄膜をパターニングする技術の2面から研究・開発がなされている。

【0003】 上記(2)のレーザCVDによる薄膜パターニング技術においては、さらに、

(2-1) 直接光解離可能なエキシマレーザ等の紫外域レーザを用いてマスクパターンを縮小投影し、ある程度の面積にわたって一括でパターニングを行う手法がある(G.S.Higashi et al. 1986 DRY PROCESS SYMPOSIUM 予稿集pp.120-125参照)が、紫外光に対してフィールドサイズが十分とれ且つ分解能の高い対物レンズの開発が困難であるために、そのパターニング精度は不十分であり、半導体素子やフォトマスクへの応用を考えた場合、

実用的な技術とは言えない。

【0004】 (2-2) これに対して、フィールドサイズは小さいながら分解能に優れたレンズ等を使用し、微小サイズに成膜した薄膜をレーザ光に対して試料を移動することにより、帯状につなげてパターニングする技術が存在する(一例として、G.Q.Zhang et al. J.Appl.Phys. 62(1987) pp.673-675)。

【0005】 この技術においては、従来、可視域の連続発振レーザであるArレーザやKrレーザを使用し、そのレーザ光をスリットやアーチャを通してイメージを転写するのではなく、単に集光、照射するのであったため、上記(2-1)の技術に比べて加熱効果が十分であり膜質が優れているという利点はあるものの、表面の平坦さ、サイドエッジの直線性のだれ、パターニングした薄膜の線幅の保証と線幅の可変性に関して十分ではない点があった。

【0006】 上記(2-2)の従来技術に対して、特開平4-295851号に見られる、レーザ光をスリットを通して縮小転写して微小薄膜を形成し、これを帯状に連ねてパターニングをする技術が提案され、ピームエキスパンダーで拡大したレーザ光の中央部分をスリットで取り出して使用するために、レーザ光の照射強度が比較的均一になるので、単に集光している場合に比べて、パターニングされた薄膜の表面が平坦化されること、また、スリットの形状をイメージ転写し、かつ、このスリットの大きさが可変であるため、帯状薄膜のサイドエッジの精度を確保しつつ線幅を可変できるなどの大幅な改善が見られた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この改善された技術においてもCVD膜最端部のプロファイルに関して、以下に述べる様な問題を有していた。すなわち、特開平4-295851号におけるレーザCVD技術では、CVD膜の先端部では、膜厚が先端に向って徐々に薄くなり、最先端部にはほとんどCVD膜が形成されていない状態となる。これを、図で示すと、図4の最下段のCVD膜(実線)に示すような断面形状となる。

【0008】 これは、スリットを通過したレーザ光の照射位置に対して、試料表面を相対的に移動させながらCVD膜を形成していく場合、レーザスポットの先端部では、新規にCVD膜の形成するための種物質の形成(Nucleation)のみが行われ、CVD膜の厚みを増す反応は、スポットの後方、既成膜済のCVD膜とオーバーラップする部分で進行するためであり、種々の手段でスリット内のレーザ光の照射強度を均一化(たとえば特開平4-26114号公報参照)したところで、解消される問題ではない。

【0009】 この技術を半導体あるいはLCD(液晶ディスプレイ)の製造に使用するフォトマスクのパターニ

ング欠落を修復するために用いることを考へると、上記の様な状態では、先端のエッジ精度を確保できず、正常にパターン修正が完了したとは言えない。そこで、これまで、パターン形成の終端点でレーザスポットを停止したままレーザ光の照射を続け、先端部の膜厚を確保する手段がとられてきた。この場合、最先端部以外の部分にもレーザ光が余分に照射され続けるため、図4の最下段図の破線で示すように不必要に膜厚の厚い部分ができる、応力による亀裂発生等の問題があった。

【0010】本発明は以上の点にかんがみて成されたもので、バーニング終端部において膜厚プロファイルを平坦化できるようにすることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のレーザCVD装置においては、レーザCVDによるパターン形成の終端点で、最先端部の膜厚を確保するためのレーザ照射を行う場合に、開口中心に対してレーザ光の光軸中心をCVD膜の先端部側へシフトさせる機構を設け、レーザ光強度が先端側へ向って高くなるようにレベル差をつけるようにした。

【0012】

【作用】レーザ光の光軸中心をCVD膜の先端部側へシフトさせると、先端部のレーザー光強度が高まって先端部の成膜が促進され、一方、先端部以外はレーザ強度が低くなるようにして成膜は抑えられるので、膜厚プロファイルが平坦化する。

【0013】

【実施例】以下本発明について図面を参考して説明する。図1は本発明の一実施例の装置の全体構成を示す図であり、この実施例は、開口に対してレーザ光軸をシフトするための手段として可動ミラー17を使用する場合を示している。また、以下の実施例では、CVD原料としてクロムカルボニル($Cr(Co)_6$)とモリブデンカルボニル($Mo(Co)_6$)の混合ガス、レーザとして連続励起QスイッチNd:YAGレーザの第2高調波(SHG、波長0.53μm)を使用する。

【0014】 $Cr(Co)_6$ 、 $Mo(Co)_6$ は室温で固体であるため、加熱し、昇華したガスを原料ガス(化合物気体)として使用する。本実施例では、 $Cr(Co)_6$ 、 $Mo(Co)_6$ それぞれ独立に用意したリサーバ1内で、各々46°Cにて気化させて使用した。なお、図1ではリサーバ1は1系統しか示していないが、混合ガスを使用する場合は同形状のものを複数使用する。キャリアガスにはArガスを使用した。各リサーバ1を流れるキャリアガスが等量である場合、混合ガス中の分圧は $Cr(Co)_6$ が約0.58Torr、 $Mo(Co)_6$ が約0.51Torrとなる。分圧はキャリアガスの流量比を変えることで変更可能である。

【0015】原料ガスはキャリアガスにのって、気密の保たれたチャンバ2内へ導かれ試料3の表面を流れる。

ここで、チャンバ2の上面に設けられたガラス窓4を通してスリット7を通過したレーザ光を対物レンズ8により試料3上に縮小転写することで、このレーザ光照射部に金属薄膜が堆積する。たとえば前記ガス濃度の場合試料3としてフォトマスクを考えるならば、その表面で平均出力0.1mW/μm²程度のレーザ光の照射により金属薄膜が堆積する。チャンバ2内の試料3は原料ガスとの濃度バランスをとることと、表面への金属カルボニル分子の吸着量を制限し堆積速度をコントロールするために、ヒータ5により40°C程度に加熱されている。レーザ光に対して試料3を相対的に移動させるためには、XYステージ6を使用する。

【0016】図1において、10はレーザ光源、9はレーザ光のビーム径を拡大するビームエキスパンダ、17は可動ミラー、21は可動ミラー17に対向する固定ミラー、7は前述したとおりスリット(またはアーチャ)である。スリット7は複数の移動可能なナイフエッジを有し、このナイフエッジによって形成される開口によってレーザ光を整形する。さらに、11はダイクロイックミラー、8は対物レンズであり、レーザ光は上記部材を順に通り、スリット7の開口部が試料3上にイメージ転写される。

【0017】可動ミラー17は、回転機構23によって図の矢印で示すように回転され、レーザー光の光軸をシフトさせる。スリット7と可動ミラー17の間隔が十分離れていれば、実際上、スリット7に対してレーザ光軸を平行にずらしたものとみなしてよい。可動ミラー17の回転機構23としては、例えば、ガルバノメータ(光学ミラーを高速で動かす装置)が考えられ、応答速度としては問題ない。もちろん他の駆動装置たとえばモータなどを使用することもできる。

【0018】なお、ダイクロイックミラー11の上方には、ハーフミラー25を介して観察用の接眼装置とCCDカメラ12とが配置され、CCDカメラ12の読み出画像はモニタ13によって観察できる。

【0019】図2は以上説明した構成の装置によって帶状に金属薄膜を形成した場合、バーニングの終端点での成膜の様子を図示したものである。先端部においては膜厚を得るためレーザ光のスポットを固定したままレーザ照射(「終端点照射」という)する。その後は、従来の方法(スリット7内のレーザ強度分布を変更せずに進行方法)とは異なり、図2に示すように、CVD膜の先端に向ってレーザ光強度が増すようにレーザ光の光軸をシフトさせる。この光軸のシフトは、回転機構23が可動ミラー17を回動させることにより行われる。

【0020】たとえばスリット像の縮小倍率を1/100、試料3表面での成膜進行方向へのスリット7の奥行を3μm、レーザ光源10からのレーザ光をビームエキスパンダ9で拡大後のレーザ光の径をφ5mmとすれば、レーザ光の光軸をスリット7の片方のナイフエッジ

5

位置まで移動させた場合、スリット7の中心と先端エッジでの平均強度の差は約20%となる（但し、回折による影響は考慮していない）。

【0021】大まかに言って、レーザの照射強度に比例して試料表面の温度上昇も決るので、原料ガス分子の供給が十分あれば、この分、先端部の成膜が促進されることとなり、先端部以外の成膜は抑制される。

【0022】レーザ光の強度分布は、一般に、中心部が強く、周辺部にいくにつれて弱くなっているが、強度分布の勾配をより緩やかにしたい場合は、ビームエキスパンダ9での拡大率を上げるか、レーザ光のシフト量を小さくすればよく、この拡大率やシフト量は、ガス濃度や原料ガスの種類等に応じて調整すればよい。

【0023】図3はレーザ光のシフト機構に関する第2実施例を示すブロック図である。同図において図1と同じ構成部分については同じ番号を付してある。この実施例では、レーザ光を可動ガラス板18を通過させて使用し、この可動ガラス板18が傾斜している場合に、屈折により光軸が平行にシフトする現象を利用して、可動ガラス18は駆動装置27によって傾動される。駆動装置27としては、第1実施例と同様にカルバノメータやモータが利用できる。

【0024】上記各実施例では、レーザ光を試料に対しても相対的に走査し、化合物気体の熱分解により試料表面上に帯状に薄膜を堆積させるタイプのCVD装置を例にとったが、本発明はそれに限られず、他のタイプのCVD装置にも適用可能である。

【0025】

6

【発明の効果】以上説明したように本発明では、レーザCVDによるパターン形成での終端点照射を行う場合に、開口中心に対してレーザ光の光軸中心をシフトさせる機構を設けることによって、レーザ光強度が先端側へ向って高くなるようにレベル差をつけることが可能であり、結果として、先端部の成膜を促進し、それ以外の部分の成膜を抑制し、バーニング最終部での膜厚プロファイルを著しく改善する効果を有し、レーザCVD装置による薄膜バーニングの信頼性を大幅に向上させるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のブロック図である。

【図2】図1の装置によって成膜した場合の膜厚プロファイルを示す図である。

【図3】本発明の第2実施例を示すブロック図である。

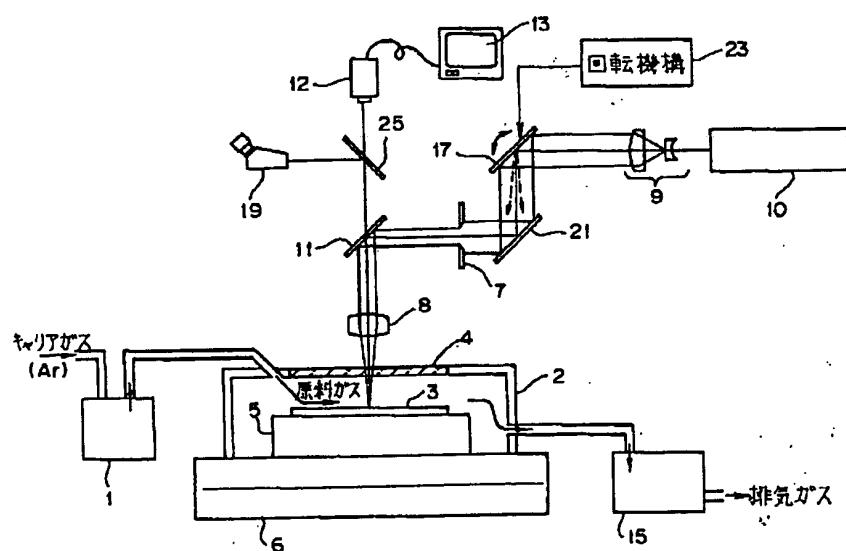
【図4】従来のCVD装置によって成膜したときの膜厚プロファイルを示す図である。

【図5】

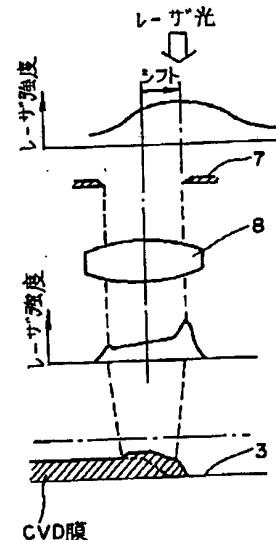
【符号の説明】

- 2 チェンバ
- 3 試料
- 4 ガラス窓
- 6 XYステージ
- 8 対物レンズ
- 10 レーザ
- 17 可動ミラー
- 18 可動ガラス板

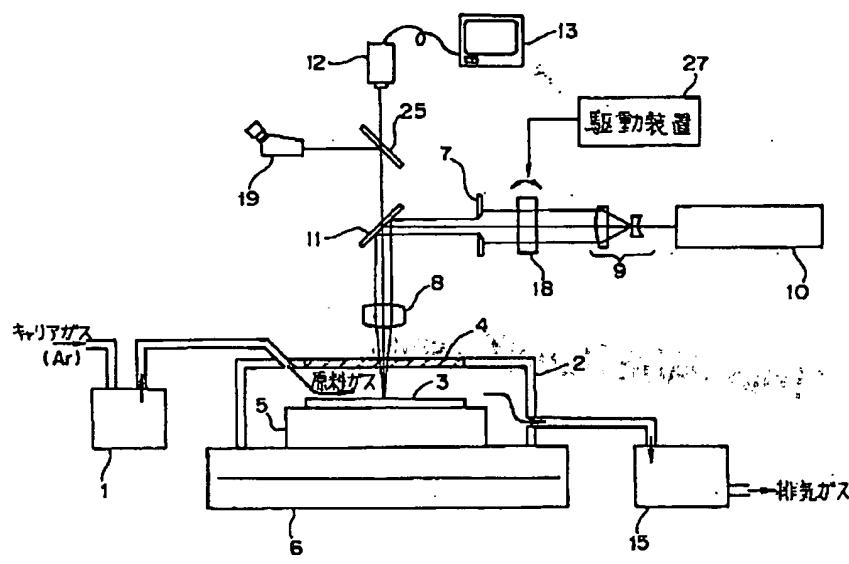
【図1】



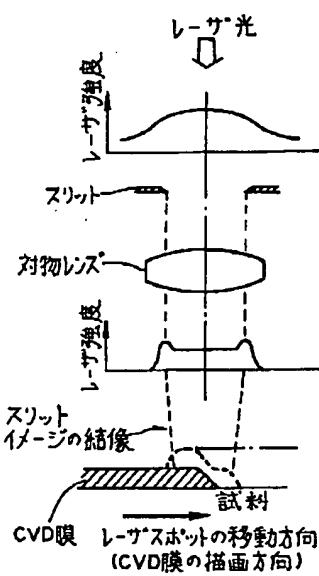
【図2】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成6年10月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図5

【補正方法】削除

THIS PAGE BLANK (USPTO)